Untersuchungen über die Biologie von Hyalomma impressum (Koch, 1844) unter Laborbedingungen

E. Mojolobesiginwa Ogedegbe

1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535722_0065

Aus dem Institut für Vergleichende Tropenmedizin
und Parasitologie des Fachbereichs Tiermedizin
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Boch

Untersuchungen über die Biologie von Hyalomma impressum (Koch, 1844) unter Laborbedingungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
E. Mojolobesiginwa Ogedegbe
aus
Lagos/Nigeria

München 1979

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Tiermedizin
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Kräußlich

Referent: Prof. Dr. Dr.h.c. J. Boch

Korreferent: Prof. Dr. H.-H. Reichenbach-Klinke

Tag der Promotion: 23. Februar 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS– UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. Einleitung 1

II. Bisherige Kenntnisse über die Biologie von Hyalomma-Arten (anhand der Literatur) 2

III. Eigene Untersuchungen 6

A. Material und Methoden 6

B. Ergebnisse 10

1. Larven 10

2. Nymphen 14

3. Adulte 19

IV. Besprechung der Ergebnisse 30

V. Zusammenfassung und Summary 34

VI. Literaturverzeichnis 36

Lebenslauf

I. EINLEITUNG

Vertreter der Gattung Hyalomma sind sehr widerstandsfähige Zecken, die in Gebieten überleben, wo andere Ixodiden wegen besonderer klimatischer Bedingungen nicht zu finden sind.

Hyalomma-Arten verfügen über eine große Anpassungsfähigkeit und bilden vielfach Varianten, so daß eine genetische Labilität vermutet wird. Extreme jahreszeitlich bedingte Temperaturen und relative Luftfeuchtigkeiten, unwirtliche an Kleinsäugern arme Gebiete mit schlecht ernährten großen Wirtstieren können nicht nur die Dauer der Entwicklung, sondern auch die Morphologie dieser Zecken verändern. Dies führte verständlicherweise zu einer gewissen Verwirrung in der Nomenklatur einzelner Hyalomma-Arten. So wurden beispielsweise vielfach H. impressum, H. rufipes und H. truncatum untereinander verwechselt.

Die erstmalig von KOCH (1844) als H. impressum beschriebene Spezies ist eine in mehreren tropischen Ländern Afrikas vorkommende Schildzeckenart von veterinärmedizinischer Bedeutung. Sie kann die Leistung von Haus- und Wildtieren erheblich beeinträchtigen; außerdem wird ihr von einigen Autoren die Rolle eines Vektors von Theileria annulata zugeschrieben.

Erstaunlicherweise liegen bisher keine Angaben über die Biologie dieser Spezies vor. Ziel dieser Arbeit war es deshalb, Einzelheiten des Lebenszyklus, ihrer Überlebensfähigkeit und Reproduktionskapazität bei verschiedenen konstanten Mikroklimaten zu untersuchen.

II. BISHERIGE KENNTNISSE ÜBER DIE BIOLOGIE VON HYALOMMA-ARTEN (anhand der Literatur)

Die Hyalomma-Arten sind Schildzecken (Ixodidae), die eine weite Verbreitung über große Gebiete Afrikas haben, aber auch vielerorts in Nah- und Mittelost sowie in Teilen von Europa und Asien vorkommen.

Die Larven und Nymphen befallen meist Vögel und Kleinsäugetiere bis etwa zur Größe von Hasen, kommen jedoch auch in einigen Spezies bei Reptilien vor. Die Adulten, mit Ausnahme von H. aegyptium, parasitieren auf größeren Wirten, also auf Haus- und Wildtieren(HOOGSTRAAL, 1956).

Zecken der Gattung Hyalomma haben eine große Anpassungsfähigkeit. NUTTALL (1915) (zit. HOOGSTRAAL, 1956) hielt adulte Hyalomma-Zecken etwa 2 Jahre lang ohne Nahrung am Leben und konnte nach dieser Hungerperiode Saugen und Kopulation bei den Zecken beobachten. NUTTALL (1920) (zit. HOOGSTRAAL, 1956) konnte ferner feststellen, daß sich bei Hyalomma-Arten beschädigte Glieder und Mundwerkzeuge schneller regenerieren als bei den meisten anderen Zeckengattungen.

Feld- und Laboruntersuchungen zeigen, daß Klimafaktoren (insbesondere Temperatur, Feuchtigkeits- und Helligkeitsgrad) sowie Vegetation, Anzahl von geeigneten Wirten und das Vorhandensein günstiger Nischen für bestimmte Entwicklungsstadien einen wesentlichen Einfluß auf Verbreitung, Überlebensfähigkeit und biologische Verhaltensweise der Zecken haben. Die Beziehung zwischen den limitierenden Faktoren und dem Überleben sowie die Verbreitung der Zeckenspezies wurde neben anderen Autoren von HOFFMANN (1974 a und b) dargestellt.

Die Zecken der Gattung Hyalomma können sowohl im Feld als auch unter Laborbedingungen ein-, zwei- oder dreiwirtig sein. Selbst innerhalb der Population einer Spezies kommen unterschiedliche biologische Verhaltensweisen vor. Es ist deshalb oft schwierig, die bestimmte Hyalomma-Spezies

"normalerweise" als ein-, zwei- oder dreiwirtige zu bezeichnen. HOOGSTRAAL (1956) glaubt, daß Hyalomma-Zecken ihre biologische Verhaltensweise modifizieren können, wenn sie nur wenige oder keine typischen Wirte finden und somit gezwungen sind, auf vorhandenen atypischen Wirten zu parasitieren.

BALASHOV (zit. SNOW, 1969), BRUMPT und CHABAUD (1947), DAUBNEY und SAID (1951), FELDMAN-MUHSAM (1948) sowie SERDYUKOVA (zit. SNOW, 1969) untersuchten den Lebenszyklus von H. anatolicum anatolicum; sie halten diese Hyalomma-Zecke für dreiwirtig. LOTOTSKY und POKROVSKY sowie SERDYUKOVA (zit. SNOW, 1969) glauben jedoch, daß diese Spezies dann als zweiwirtige Zecke parasitieren kann, wenn sie auf atypischen Wirten gefüttert wird. Auch SNOW (1969) konnte bei der Fütterung von H. a. anatolicum an Meerschweinchen feststellen, daß 18-20% der gesogenen Larven vom typischen dreiwirtigen Verhalten abwichen; sie häuteten sich auf dem Wirtstier zu Nymphen und saugten als Nymphen weiter Blut. Die übrigen Larven fielen vom Wirtstier ab, um sich zu häuten. Da unter Feldbedingungen kleine Säugetiere wahrscheinlich von den unreifen Stadien befallen werden, vermutet SNOW (1969), daß die gleiche Verhaltensweise, wie er sie im Labor beobachtet hat, auch unter natürlichen Bedingungen vorkommen kann.

Hyalomma dromedarii parasitiert in der freien Natur nach Angaben von BOUCHALOVA, HONZAKOVA und DANIEL (1977) als ein-, zwei- oder dreiwirtige Zecke, wobei die einwirtige Verhaltensweise überwiegen soll. HOOGSTRAAL (1956) glaubt jedoch, daß diese Zecke normalerweise zweiwirtig ist. BERDYEV (zit. BOUCHALOVA, HONZAKOVA und DANIEL, 1977) beobachtete den Übergang von einer biologischen Verhaltensweise zur anderen in der UdSSR, wo alle Entwicklungsstadien dieser Zeckenart an Kamelen saugten. Bei steigenden Temperaturen änderte sich die einwirtige zur zwei- und dreiwirtigen Verhaltensweise. DELPY (zit. BOUCHALOVA, HONZAKOVA und DANIEL, 1977) behauptet, daß H. dromedarii bei hohen Temperaturen immer dreiwirtig ist; eine Änderung erfolgt bei niedriger Temperatur oder beim

Saugen am atypischen Wirt. Die Versuche von BOUCHALOVA, HONZAKOVA und DANIEL (1977), den Lebenszyklus von H. dromedarii unter Laborbedingungen nachzuvollziehen, ergaben sowohl zwei- als auch dreiwirtige Verhaltensweisen.

PEIRCE, IRVIN und PURNELL (1973) beobachteten das biologische Verhalten von Hyalomma albiparmatum unter Laborbedingungen und stellten fest, daß diese Zecke sich auf Kaninchen teils zweiwirtig, teils dreiwirtig verhielt. Die Autoren glauben ferner, daß die unreifen Stadien auf Haustieren nicht parasitieren können. Diese Beobachtung unterstreicht nach Ansicht von PEIRCE, IRVIN und PURNELL (1973) die Befunde von YEOMAN und WALKER (1967) sowie von YEOMAN (1968), daß H. albiparmatum keine Bedeutung als Vektor für die Übertragung des Ostküstenfiebers haben dürfte.

Als zwei- und dreiwirtige Zecke parasitiert auch Hyalomma marginatum isaaci. Nach Beobachtungen und Versuchsergebnissen von DAS und SUBRAMANIAN (1972) benötigte die Zeckenart mindestens 101 Tage, um den zweiwirtigen Lebenszyklus bei heißer und feuchter Witterung zu vollenden; als dreiwirtige Zecke benötigte sie 101-131 Tage (August bis Dezember).

Eine häufig zu beobachtende Besonderheit der Hyalomma-Zecken ist die Fähigkeit, bei ungünstigen oder auch nur "unnatürlichen" Umweltbedingungen Diapausen einzulegen. Nach POMERANTZEV (zit. HOOGSTRAAL, 1956) legen H. dromedarii-Weibchen, die im Herbst gesogen haben, erst nach einer Winterdiapause im Frühling Eier ab. Interessant ist der Bericht von HOOGSTRAAL (1956) über die zweiwirtige H. detritum und die einwirtige H. scupense, die sich morphologisch nur geringfügig, biologisch jedoch deutlich unterscheiden. Die Adulten der H. detritum halten ihre Blutmahlzeit im Sommer, die der H. scupense erst im Winter und Frühling. Nymphen der H. detritum legen im Winter eine lange Diapause ein (HOOGSTRAAL, 1956).

Die medizinische bzw. veterinärmedizinische Bedeutung von Hyalomma-Zecken liegt vornehmlich in ihrer Rolle als Überträger und/oder Reservoir von Krankheitserregern. Beispielsweise fungieren mehrere Vertreter dieser Gattung, unter anderem H. dromedarii, H. excavatum (= H. anatolicum) und H. marginatum als Überträger des Q-Fiebers (Coxiella burnetti) und der Theileriose bei Rindern (HOOGSTRAAL, 1956). Es kommt ferner zu einer mehr oder weniger starken Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes und der Leistungsfähigkeit der befallenen Tiere; manchmal treten auch Haut- oder Gewebeveränderungen infolge H. rufipes-Befall (HOOGSTRAAL, 1956; ARTHUR, 1973) auf, die zu weiteren Komplikationen (Sekundärinfektion) führen können (HOOGSTRAAL, 1956).

Schließlich sollen die in der Literatur bisher nur spärlichen Angaben über Hyalomma impressum berücksichtigt werden. Das Verbreitungsgebiet dieser von HOOGSTRAAL (1956) als "Westafrikanische Hyalomma" bezeichnete Spezies reicht vom Senegal im Westen über Niger, Nigeria und Kamerun bis nach Zentralafrika im Osten und nach Norden in den Sudan (ELBL und ANASTOS, 1966). Nach HOOGSTRAAL (1956) ist diese Spezies weder in Gebieten südlich des Äquators noch in den größeren nördlichen Wüsten Afrikas bisher gefunden worden. Fundbeschreibungen aus dem Iran (DELPY, 1946) und aus Palestina (ADLER und FELDMAN-MUHSAM, 1946, 1948) sind nach HOOGSTRAAL (1956) als Fehlidentifikationen anzusehen. Alle Autoren sind sich einig, daß das Rind als das hauptsächliche Wirtstier für H. impressum fungiert; sie wurde aber auch oft bei Kamelen und manchmal beim Pferd gefunden (HOOGSTRAAL, 1956). H. impressum ist nach HOFFMANN und LINDAU (1971) zu den Verbreitern von Theileria annulata zu zählen. Über die Biologie von Hyalomma impressum liegen bisher keine Veröffentlichungen vor.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A. Material und Methoden

Die von mir untersuchten Hyalomma impressum-Zecken stammen ursprünglich aus Niger und wurden seit 1974 im Institut auf Kaninchen gezüchtet sowie bei 28°C und 85% relativer Luftfeuchtigkeit gehalten. Das Ausgangsmaterial bildeten 70 meist schon geschlüpfte Gelege.

Als Wirtstiere für meine Versuche dienten 4 Rinder (3 Kälber und 1 erwachsenes Rind), 3 Schafe, 28 Bastard-Kaninchen und 31 NMRI-Mäuse. Während der Versuche wurden die Rinder und die Schafe einzeln in Boxen gehalten. Die Kaninchen waren in Einzelkäfigen, die Mäuse einzeln in Mäusegläsern von 20 cm Höhe und 15 cm Durchmesser auf Einstreu (Weichholzgranulat) untergebracht. Die Gefäße wurden mit Gaze von 0,1 mm Maschenweite und mit Gummiringen verschlossen. Die Wiederkäuer erhielten Heu und Kraftfutter, die Nager Standardfutter (Altromin-Haltungsdiät) und Wasser ad libidum. Die Temperatur in den Ställen betrug 21° ±4°C und die relative Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen 45-55%, bei Rindern von 60-80%.

Das Füttern der Zecken geschah bei Mäusen auf der ganzen Körperoberfläche, bei Kaninchen, Schafen und Rindern an den Ohren. Lediglich bei den Versuchen zur Bestimmung der Dauer der Adultenruheperiode setzte ich die Zecken am Rücken von Rind und Schaf an.

Ich verwendete die von KLIMA (1977) beschriebenen Methoden. Den Mäusen legte ich Halskragen aus steifem Karton um und brachte die Zecken auf Kopf und Rücken auf. Fielen die gesogenen Zecken von den Mäusen ab, so sammelte ich diese aus der Einstreu täglich bis zum Ende der Abfallperiode. Bei Kaninchen, Schafen und Rindern wurden die Ohren in Leinenbeutel gesteckt, die ich am Ohransatz mit Klebeband festklebte. Nach der Aufbringung der Zecken auf die Ohren wurden die Leinenbeutel mit Gummiringen verschlossen. Vor und nach dem Saugen erfolgte ein Wiegen der Zecken

auf einer Analysenwaage. Ihre Länge (einschließlich des Hypostoms) und ihre Breite wurden unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Meßokulars und eines Objektmikrometers gemessen.

Zur Haltung der Zecken im Labor während der avertebraten Entwicklungsphasen benützte ich Rollrandgläschen (43 mm Höhe, 30 mm Durchmesser), die mit Wattestopfen verschlossen wurden. Um einer Verpilzung vorzubeugen, gab ich in die Zeckengläschen Filterpapierblättchen, die zuvor mit 0,1%iger Bradophen^{R}-Lösung getränkt und getrocknet worden waren. Verunreinigte Zecken wurden in 0,03%iger Bradophen-Lösung gesäubert.

Ich führte meine Versuche bei 4 verschiedenen Temperaturen (35°, 28°, 18° und 14°C) sowie 3 verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten durch; nur bei den Versuchen bei 14°C arbeitete ich unter den Bedingungen von 95% und 80% rel. Luftfeuchte. Daraus ergaben sich 11 verschiedene Mikroklimata (Tab. 1), die ich in Exsikkatoren herstellte.

Salzlösungen	Temperaturen	Rel. Luftfeuchte
K_2SO_4 $(NH_4)_2SO_4$ $MgCl_2.6H_2O$	35°C	95% 80% 35%
K_2SO_4 $(NH_4)_2SO_4$ $MgCl_2.6H_2O$	28°C	95% 80% 35%
Na_2SO_3 $(NH_4)_2SO_4$ $MgCl_2.6H_2O$	18°C	95% 80% 35%
KNO_3 $(NH_4)_2SO_4$	14°C	95% 80%

Tab. 1: Übersicht über die erzeugten relativen Luftfeuchtigkeiten, die Temperaturen und die zur Herstellung der 11 Mikroklimaten verwendeten gesättigten Salzlösungen

Die Einstellung der genannten relativen Luftfeuchtigkeiten bei entsprechenden Temperaturen erfolgte mit gesättigten Salzlösungen nach der Methode von WINSTON und BATES (1960). Die Gläschen mit den Zecken standen in den Exsikkatoren auf Siebplatten über den Salzlösungen. Die Exsikkatoren selbst bewahrte ich in Brutschränken auf, die auf die entsprechenden Temperaturen eingestellt waren. Die Kontrolle erfolgte mit Hygrometern und Thermographen.

Die Zeitspanne vom Schlupf der Larven bzw. diejenige vom Ende der Häutung zu Nymphen bis zur Bereitschaft anzubeißen (Larvenruhe bzw. Nymphenruhe), wurde für Larven und Nymphen als beendet angesehen, wenn diese sich aktiv im Gläschen bewegten und an den Wänden hochstiegen (KLIMA, 1977). Zur Bestimmung der Dauer der Adultenruhe brachte ich adulte Zecken beiderlei Geschlechts auf den Rücken von Rind oder Schaf in aufgeklebten Plastikbehältern, wie dies KLIMA (1977) beschrieben hat. Diese durchsichtigen Plastikbehälter hatten eine Größe von 8x5x3 cm, ihre Böden waren bis auf einen 1 cm breiten Rand herausgeschnitten. 2 Tage ließ ich verstreichen, bevor ich die Zecken ansetzte, um eine mögliche Irritation der Zecken durch die Dämpfe des Kontaktklebers (Fastbond 10^{R}) zu vermeiden. Nach dem Ansetzen der Zecken kontrollierte ich täglich, ob und wieviele Zecken einer Altersgruppe angebissen hatten.

Die Saugdauer von Larven stellte ich an 20 Kaninchen und an 31 Mäusen fest, indem ich 1000-2000 Larven pro Kaninchen und 400-650 Larven pro Maus ansetzte. Um Aufschlüsse über einen eventuellen Einfluß eines Großtieres auf das Saugverhalten, die Saugdauer und das Repletionsgewicht der Larven zu erhalten, ließ ich 2000 Larven auch auf einem Kalb saugen. Die Saugdauer der Nymphen wurde durch Fütterung von 150-1000 Nymphen pro Kaninchen und 300 Nymphen pro Schaf festgestellt.

Zur Zählung der Zecken und zum Aufbringen an die Versuchstiere verwendete ich das ebenfalls von KLIMA (1977) beschriebene Verfahren. Die Zecken werden mit Hilfe einer Vakuumpumpe in aufgeschnittene Plastikspritzen eingesaugt, die mit Planktongaze und Gummiringen verschlossen werden. Durch Entfernen der Gaze und langsames Durchdrücken des Spritzenkolbens brachte ich alle Zecken auf die Wirtstiere. Zur Standardisierung des Zeckenmaterials verwendete ich stets Larven 28-56 Tage nach dem Schlupf, Nymphen 21-35 Tage und Adulte 21-42 Tage nach ihrer Häutung.

Zur Feststellung der Saugdauer der Weibchen setzte ich im Verlauf meiner Versuchsreihen bei Rindern bzw. Schafen 70-100 Paare pro Rind und 135 Paare pro Schaf an. Den Abfallverlauf der gesogenen Zecken bestimmte ich durch tägliche Kontrolle und Absammlung der spontan abgefallenen Larven, Nymphen oder Weibchen. Die Häutungsdauer der einzelnen Entwicklungsstadien registrierte ich durch Beobachtung der vor bzw. in der Häutung stehenden Zecken.

Die Präovipositionszeit, also die Zeitspanne zwischen dem Abfallen des vollgesogenen Weibchens und dem Beginn der Eiablage, stellte ich durch die tägliche Beobachtung der vollgesogenen Weibchen in jedem Klimabereich fest. Sobald das Weibchen mit der Eierablage begann, verfolgte ich den Ovipositionsverlauf dadurch, daß ich das Weibchen täglich in ein neues Zeckengläschen brachte und durch Wiegen sowie Auszählen der Tagesgelege das Gewicht und die Anzahl der gelegten Eier während der gesamten Ovipositionsperiode bestimmte.

Die Dauer der embryonalen Entwicklung und den Verlauf des Schlupfvorganges wurden bei täglicher Beobachtung der Eigelege festgestellt. Nach dem Schlupf bestimmte ich die Schlupfrate durch Auszählen der Larven und der nicht geschlüpften Eier.

Zur Bestimmung der Überlebensfähigkeit der nüchternen Zecken setzte ich je 150-165 Larven im Laufe der ersten 24 Stunden nach Schlupf, je 100 Nymphen bzw. je 50 Weibchen sowie 50 Männchen unmittelbar nach der Häutung den 11 verschiedenen Mikroklimata aus. Die Zahl der überlebenden Larven wurde unter einem Binokular, anfangs täglich, später 2mal wöchentlich und nach einer Überlebenszeit von mehr als 10 Wochen nur noch einmal wöchentlich festgestellt. Dabei wurden die Larven als tot bewertet, wenn trotz Erwärmung, mehrmaligen Anhauchens (Stimulation durch CO_2) oder Berührung mit einer Präpariernadel keine Eigenbewegungen der Beine induziert werden konnten (LONDT und WHITEHEAD, 1972; HAMEL und GOTHE, 1974). In gleicher Weise untersuchte ich die Überlebensfähigkeit der nüchternen Nymphen und der nach Geschlechtern getrennten Adulten.
Die Überlebensdauer der Männchen auf den Wirtstieren untersuchte ich bei Rind und Schaf.

B. Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse meiner Untersuchungen an Hyalomma impressum gliedert sich in drei Abschnitte, entsprechend den Entwicklungsstadien (Larven, Nymphen, Adulte) dieser Zeckenart.

1. Larven

Die ungesogenen Larven wogen (in Gruppen zu 500 Stück gewogen) in einem Alter von 28-56 Tagen durchschnittlich 0,020 mg (s = 0,001; n = 10 000). Sie hatten eine durchschnittliche Länge von 0,62 mm (s = 0,03; n = 100) und eine Breite von 0,42 mm (s = 0,01; n = 100).

Nach dem Schlupf der Larven folgte eine Ruhephase (Larvenruhe). Zunächst waren die Beine farblos und der noch weiche Körper ganz spärlich pigmentiert. Während dieser Zeit blieben die Larven in Häufchen zusammen. Schon im Ablauf des ersten Tages, bei zunehmendem Erhärten des Körpers und der Beine, fingen sie an, zuerst um die Eigelege herum zu krabbeln, und setzten weiße Exkremente ab. Das Voranschreiten der Chitinisierung sowie der Pigmentierung erfolgten bei 35°C rasch, bei 18°C nur langsam. Die Zecken erhielten eine braune Grundfarbe. 2-3 Tage nach dem Schlupf begannen sie bei 35°, 28° und 18°C an den Wänden der Gläschen hochzusteigen und drängten sich am oberen Rand des Gläschens in Wartestellung zusammen.

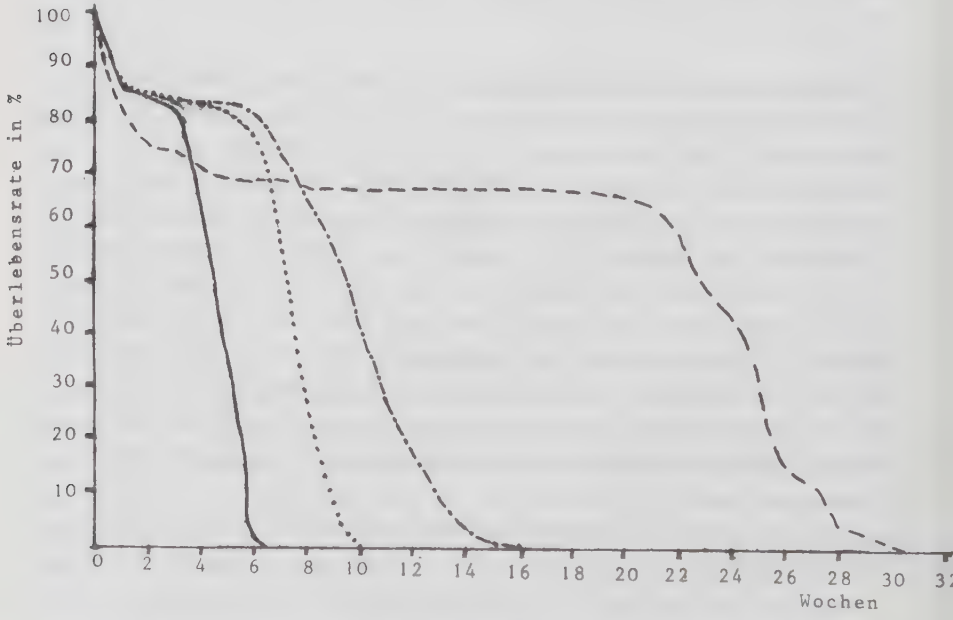

Abb. 1: Die Überlebensdauer von Hyalomma impressum Larven bei 95% rel. Luftfeuchte und Temperaturen von 35 (——), 28 (....), 18 (-,-.-) und 14°C (----)

Die Überlebensdauer der nüchternen Larven war in den Temperaturbereichen von 35, 28, 18 und 14°C bei 95% rel. Luftfeuchte am längsten. Sie betrug durchschnittlich bei 35°C 4,4 Wochen, bei 28°C 7,2, bei 18°C 9,4 und bei 14°C 22,9 Wochen (Abb. 1).

Die rel. Luftfeuchte von 80% wurde von den Larven schlechter vertragen. Sie starben nach durchschnittlich 3,1, 4,7, 6,9 bzw. 3,8 Wochen bei 35, 28, 18 bzw. 14°C (Abb. 2).

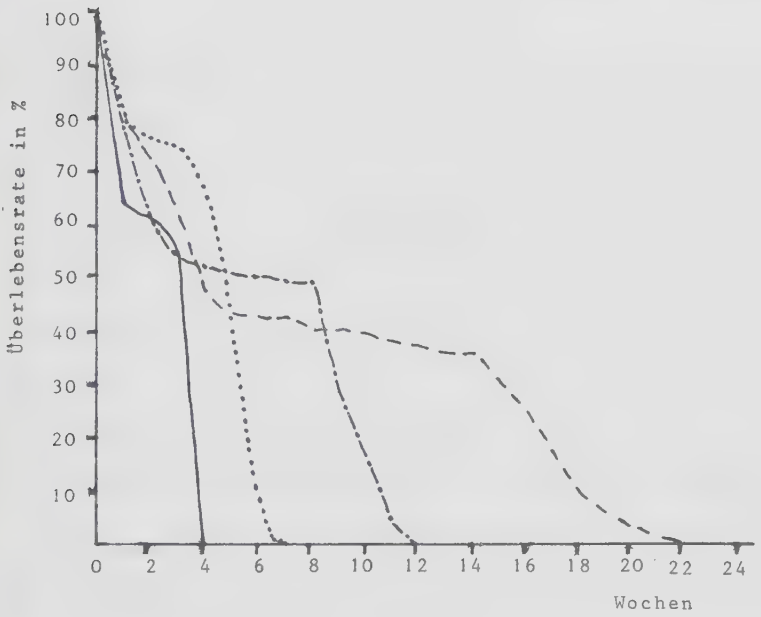

Abb. 2: Die Überlebensdauer von Hyalomma impressum Larven bei 80% rel. Luftfeuchte und Temperaturen von 35 (———), 28 (....), 18 (-.-.-) und 14°C (– – –)

Bei 35% rel. Luftfeuchte trockneten die Larven relativ schnell aus. Sie wurden bald unbeweglich und starben innerhalb weniger Tage ab. Die Larven überlebten durchschnittlich bei 35°C 1,4 Tage, bei 28°C 2,8 und bei 18°C 8,4 Tage. Nach 3, 4 bzw. 14 Tagen waren alle Larven abgestorben (Abb. 3).

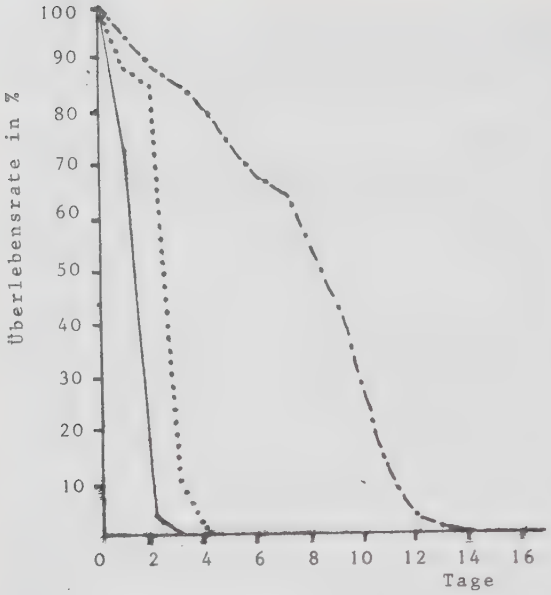

Abb. 3: Die Überlebensdauer von Hyalomma impressum Larven bei 35% rel. Luftfeuchte und Temperaturen von 35 (——), 28 (....) und 18°C (-.-.-)

Untersuchungen des Saugverhaltens sowie die Ermittlung der Saugdauer und der Abfallrate der Larven wurden an Kaninchen, Mäusen und am Rind durchgeführt.

Durchschnittlich 46,4% (37-61,3%) der an Kaninchen angesetzten Larven hatten angebissen und an diesen Tieren gesogen. Der Rest der Larven vertrocknete. Nach einer Saugdauer von 4-12 Tagen fielen 25,3% (11,4-49,1%) der gesogenen Larven von den Kaninchen ab (dreiwirtiges Verhalten), um sich zu häuten. Die restlichen gesogenen Larven blieben jedoch auf den Wirtstieren, häuteten sich und saugten als Nymphen größtenteils weiter (zweiwirtiges Verhalten). Die von den Kaninchen abgefallenen gesogenen Larven wogen am Abfalltag (in Gruppen zu 5 Stück gewogen) durchschnittlich 0,36 mg (s = 0,03; n = 100). Sie hatten somit während des Saugens ihr Gewicht um das 18fache erhöht. Sie waren durchschnittlich 1,25 mm lang (s = 0,10; n = 100) und 0,91 mm breit (s = 0,08; n = 100).

Bei Mäusen verhielten sich die H. impressum Larven ausschließlich dreiwirtig, d.h. nach dem Blutsaugen fielen sämtliche gesogenen Larven ab

und häuteten sich. Die Abfallrate betrug durchschnittlich 48,3% (27-63%). Nach einer Saugdauer von 3 bis maximal 12 Tagen wogen (in Gruppen zu 5 Stück gewogen) die gesogenen Larven am Abfalltag 0,35 mg (s = 0,01; n = 100). Ihre Länge betrug 1,26 mm (s = 0,07; n = 100) und ihre Breite 0,82 mm (s = 0,05; n = 100). Die Larven, die am 3. Tag abfielen, wogen ebensoviel wie die am 12. Tag abgefallenen; die Saugdauer hatte also keinen Einfluß auf das Abfallgewicht der Zecken. Die Larven erhöhten ihr Gewicht während der Fütterung an den Mäusen durchschnittlich um das 17,5fache.

Um Aufschlüsse über einen eventuellen Einfluß eines Großtieres auf das biologische Verhalten und das Abfallgewicht der Larven zu bekommen, wurden 2000 Larven auf einem Kalb gefüttert. Ähnlich wie bei der Fütterung an Mäusen fielen nach dem Saugen sämtliche gesogenen Larven vom Kalb ab. Die Abfallrate betrug 49,9%. Die Larven benötigten 3-9 Tage zum Vollsaugen und erhöhten ihr Gewicht dabei um das 25,5fache (mittleres Gewicht der in Gruppen zu 5 Stück gewogenen repleten Larven 0,51 mg; s = 0,01; n = 100). Ihre Abmessungen betrugen durchschnittlich 1,39 mm (s = 0,07; n = 100) x 1,04 mm (s = 0,05; n = 100).

Nach dem Vollsaugen setzte als nächste Phase in der weiteren Entwicklung der gesogenen Larven die Häutungsstarre ein. Der Zeitpunkt des Eintretens der Häutungsstarre war von den Umwelt- bzw. mikroklimatischen Bedingungen wesentlich abhängig. Die Werte konnten genauer bei jenen repleten Larven ermittelt werden, die nach dem Saugen vom Wirtstier abfielen und abgesammelt wurden. Die Häutungsstarre trat bei Luftfeuchten von 95%, 80% und 35% bei 35°C nach 1 und bei 28°C nach 2 Tagen ein, während bei 18°C die Larven 5-9 Tage lang noch mobil blieben.

Bei 14°C waren Unterschiede zu registrieren zwischen den an Kaninchen und an Mäusen gefütterten Larven. So verfielen bei 80% rel. Luftfeuchte gesogene Larven 14-18 Tage nach dem Abfallen von Mäusen, 26-32 Tage von Kaninchen in den Starrezustand, während bei 95% rel. Luftfeuchte hierzu 14-27 bzw. 24-36 Tage erforderlich waren.

Zur Häutung der vom Wirtstier abgefallenen repleten Larven wurden bei 35°C 3-7 Tage benötigt. Die Häutungsrate betrug bei den drei rel. Luftfeuchten 88-90,3%. Bei 28°C häuteten sie sich innerhalb von 4-11 Tagen zu 91-97,9%. Bei 18°C konnten sich die repleten Larven bei 95% rel. Luftfeuchte nach 20-36 Tagen, bei 80% rel. Luftfeuchte nach 24-43 Tagen zu

83,4% bzw. 80,3% häuten. Bei 18°C und 35% rel. Luftfeuchte war keine Häutung mehr zu beobachten; die Larven trockneten ein und starben nach wenigen Wochen.

Bei gesogenen Larven war bei 14°C eine Weiterentwicklung zum nächsten Stadium nicht erkennbar. Brachte man sie jedoch aus 14°C und 95% rel. Luftfeuchte nach 68 Tagen in ein Mikroklima von 35°C und 95 % rel. Luftfeuchte, so häuteten sie sich zu 93,3% nach 4-7 Tagen, bei einem Klima von 35°C und 80% rel. Luftfeuchte innerhalb von 3-14 Tagen noch zu 27,4%. Wurden die gesogenen Larven nach derselben Verweildauer von 68 Tagen bei 14°C und 80% rel. Luftfeuchte in die Mikroklimata von 35°C und 95% rel. Luftfeuchte bzw. 80% rel. Luftfeuchte überführt, häuteten sich nur noch 12% nach 5-14 Tagen bzw. 65% nach 3-14 Tagen. Wurden die Larven jedoch 95 Tage lang bei 14°C gehalten und anschließend einer Temperatur von 35°C ausgesetzt, häuteten sie sich nicht mehr; es waren also alle abgestorben.

Beim Kaninchen blieb der überwiegende Anteil der gesogenen Larven (durchschnittlich 74,7%) nach dem Vollsaugen am Wirtstier und häutete sich dort in 7-14 Tagen post infestationem zu Nymphen.

2. Nymphen

Ungesogene 21-35 Tage alte Nymphen (in Gruppen zu 5 Stück gewogen) waren durchschnittlich 0,11 mg (s = 0,01; n = 100) schwer. Sie hatten eine durchschnittliche Länge von 1,23 mm (s = 0,08; n = 100) und eine Breite von 0,62 mm (s = 0,06; n = 100).

Nach der Häutung der gesogenen Larven zu Nymphen folgte eine Ruhephase (Nymphenruhe). Einzelheiten über den Ablauf dieser Ruheperiode waren leichter und genauer zu registrieren bei der dreiwirtigen Zeckenpopulation, die sich nicht auf dem Wirtstier zu Nymphen häutete. Bei rel. Luftfeuchten von 95%, 80% und 35% sowie Temperaturen von 35, 28 und 18°C stiegen die Nymphen bereits vor dem Ablauf des ersten Tages an den Wänden des Gläschens hoch und drängten sich an dessen oberen Rand in Wartestellung zusammen. Sie schieden bei 35°C unmittelbar nach der Häutung sowie bei 28°C und bei 18°C noch vor dem Ablauf der ersten 24 Stunden weiße Exkremente, jeweils etwa 12-24 Stunden später bei 35°C und 28°C schwarzen Kot ab. Nur bei 18°C erfolgte der erste Kotabsatz nicht vor 8-9 Tagen. Auch Chitinisierung und Pigmentierung der Nymphen waren wesentlich früher bei 35°C und 28°C als bei 18°C zu beobachten.

Die Überlebensdauer der nüchternen Nymphen bei 95% rel. Luftfeuchte betrug bei 35°C, 28°C, 18°C und 14°C durchschnittlich 7,1, 8,6, 12,5 bzw. 13,9 Wochen. Bei 95% rel. Luftfeuchte überlebten die Nymphen, ähnlich wie die Larven, am längsten (Abb. 4). Die rel. Luftfeuchte von 80% wirkte sich ungünstiger auf die Nymphen aus; sie überlebten bei 35°C, 28°C, 18°C und 14°C durchschnittlich nur 3,8, 4,5, 6,7 bzw. 6,9 Wochen (Abb. 5).

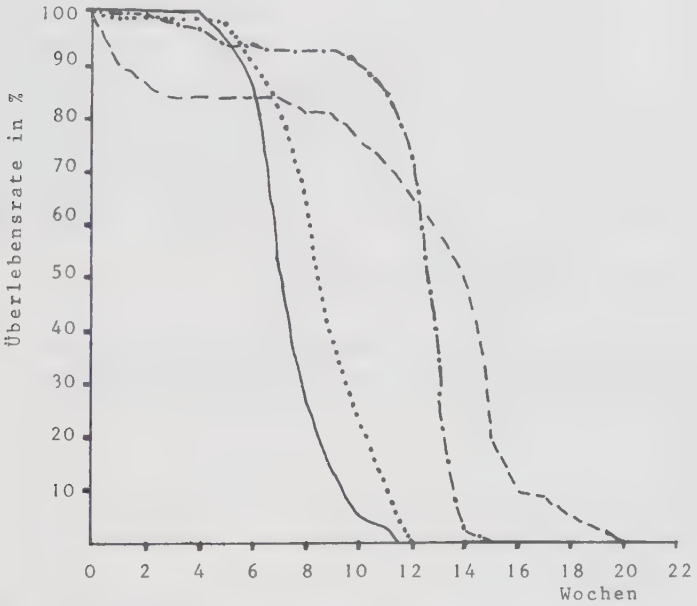

Abb. 4: Die Überlebensfähigkeit von nüchternen Hyalomma impressum Nymphen bei 95% rel. Luftfeuchte und Temperaturen von 35 (——), 28 (....), 18 (-.-.-) und 14°C (----)

Bei 35% rel. Luftfeuchte überlebten die Nymphen zwar wesentlich länger als die Larven; sie zeigten jedoch gleiche Anzeichen der Exsikkose, die maßgeblich dazu führte, daß die mittlere Überlebensdauer bei 35, 28 und 18°C auf 1,2 1,4 bzw. 2,9 Wochen beschränkt wurde (Abb. 6).

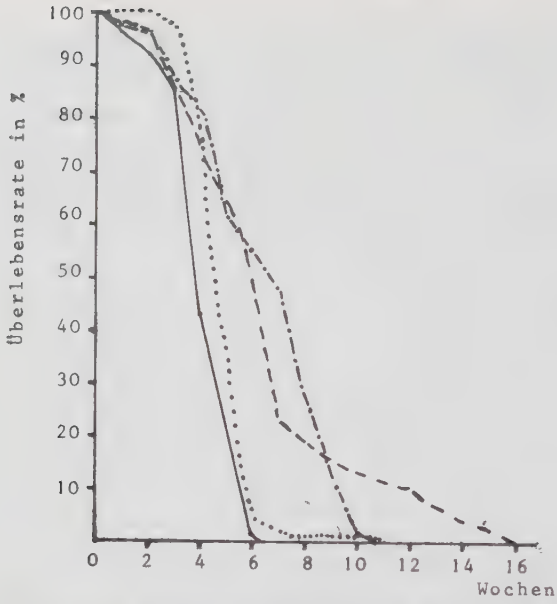

Abb. 5: Die Überlebensfähigkeit von nüchternen Hyalomma impressum Nymphen bei 80% rel. Luftfeuchte und Temperaturen von 35 (———), 28 (....), 18 (-.-.-) und 14°C (— — —)

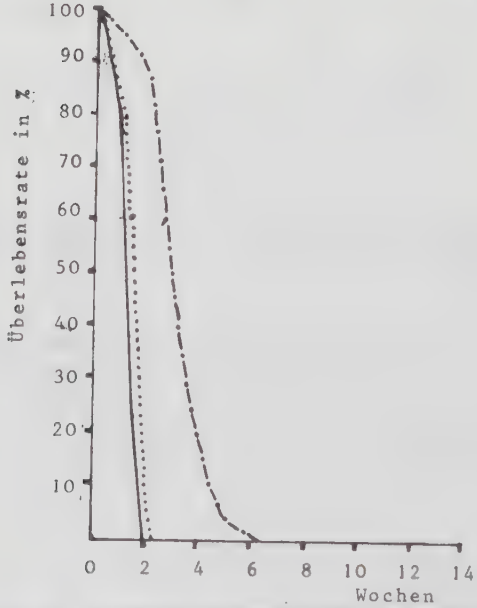

Abb. 6: Die Überlebensfähigkeit von nüchternen Hyalomma impressum Nymphen bei 35% rel. Luftfeuchte und Temperaturen von 35 (———), 28 (....) und 18°C (-.-.-)

Saugverhalten und Saugdauer sowie die Abfallrate der Nymphen wurden an Schaf und Kaninchen untersucht.
Beim Schaf fielen alle gesogenen Nymphen nach einer Saugdauer von 6-10 Tagen wieder vom Wirtstier ab, um sich zu häuten. Ihr Abfallgewicht war durchschnittlich 12,0 mg (s = 6,48; n = 100). 38,4% der angesetzten Nymphen hatten am Schaf gesogen und dabei ihr Gewicht um das 109fache erhöht.
Ein ausschließlich dreiwirtiges Verhalten der Zecken wurde beim Kaninchen dann beobachtet, wenn nach anderweitig vollzogener Häutung die nüchternen Nymphen am Kaninchen gefüttert wurden. Sie saugten 6-12 Tage Blut und erreichten ein mittleres Abfallgewicht von 21,63 mg (s = 5,12; n = 300). Die Abfallrate der gesogenen Nymphen betrug 56,7% (32,1-70,7%). Die abgefallenen gesogenen Nymphen waren durchschnittlich 4,61 mm lang (s = 0,28; n = 100) sowie 3,57 mm breit (s = 0,17; n = 100) und hatten ihr Gewicht beim Saugen um das 197fache erhöht.

Anders verlief das Saugverhalten derjenigen Hyalomma impressum Nymphen, die sich auf diesem Wirtstier häuteten. Viele der nüchternen Nymphen bissen entweder sofort oder erst nach 1-3 Tagen an und saugten Blut, andere (etwa 29%) verließen das Kaninchen. Die gesogenen Nymphen (zweiwirtige Zecken) fielen 13-28 Tage nach Infestation der Kaninchen mit ungesogenen Larven mit einem mittleren Gewicht von 17,36 mg (s = 5,29; n = 300) ab und hatten damit ihr Gewicht um das 158fache erhöht. Sie waren durchschnittlich 4,52 mm (s = 0,41; n = 100) lang und 3,50 mm (s = 0,31; n = 100) breit.

Die nüchternen Nymphen, die vom Kaninchen abwanderten, wurden 3 Wochen später an bisher noch nicht von Zecken befallenen Kaninchen angesetzt. Sie saugten und unterschieden sich nicht hinsichtlich Saugdauer, Saugverhalten und Abfallgewichte von den am Kaninchen gefütterten dreiwirtigen Zecken; sie waren nach einer Saugdauer von 7-12 Tagen zu 68,8% mit einem mittleren Gewicht von 21,03 mg (s = 4,68; n = 32) abgefallen.

Die Häutungsstarre trat bei relativen Luftfeuchten von 95%, 80% sowie 35% nach 3-4 Tagen bei 35°C und nach 4-5 Tagen bei 28°C ein. Nymphen blieben nach dem Abfallen vom Wirtstier bei 18°C und den genannten drei rel. Luftfeuchten noch 9-33 Tage mobil. Bei 14°C wurde keine echte

Häutungsstarre mehr beobachtet; die meisten gesogenen Nymphen blieben 20-22 Wochen bei 95% bzw. 80% rel. Luftfeuchte beweglich. Später konnte nur bei einigen wenigen durch Erwärmen des Gläschens oder durch CO_2 eine schwache Bewegung induziert werden; der Rest war abgestorben. Es handelte sich also nicht um eine Häutungs- oder Kältestarre, sondern um ein Vorstadium des Todes. Spätestens nach 6 Monaten waren alle Nymphen abgestorben.

Die Häutungsdauer und Häutungsrate der repleten Nymphen aus zwei- und dreiwirtigen Zyklen sind in Tab. 2 vergleichend dargestellt. Bei 18°C häutete sich ein Teil der Zecken unvollständig, d.h. die Adulten waren noch mit Exuvialresten behaftet.

Temperaturen		Häutungsdauer 95% r.L.	80% r.L.	35% r.L.	Häutungsrate 95	80	35
2-wirtiger Zyklus	35° C	10-14	10-17	10-13	91	90	99
	28° C	14-23	14-18	14-19	97,3	99,1	93,6
	18° C	61-91	68-91	-	72 (21)	44 (34)	-
3-wirtiger Zyklus	35° C	11-16	10-16	11-14	92,4	99	98
	28° C	15-23	15-27	15-22	83	65	83,3
	18° C	66-98	76-105	-	88 (4)	39,8 (35)	-

Tab. 2: Häutungsdauer (Tage) und Häutungsrate (in %) von Hyalomma impressum Nymphen beim zwei- bzw. dreiwirtigen Zyklus

In Klammern ist der Prozentsatz der unvollständig gehäuteten Zecken angegeben.

Brachte man die gesogenen Nymphen nach einer Verweildauer von 65 Tagen bei 18°C und 35% rel. Luftfeuchte in eine Umwelt von 35°C und 95% rel. Luftfeuchte, so häuteten sich noch nach 7-14 Tagen 68% vollständig und 18% unvollständig. Erfolgte diese Überführung jedoch erst nach 160 Tagen, fand keine Häutung mehr statt; die Nymphen waren also schon gestorben.

Bei 14°C erfolgte überhaupt keine Häutung. Die gesogenen Nymphen, die 107 Tage lang bei 14°C sowie 95% rel. Luftfeuchte bzw. 80% rel. Luftfeuchte gehalten worden waren, häuteten sich jedoch nach dem Umsetzen in eine Umwelt von 35°C sowie 95% rel. Luftfeuchte in 7-10 Tagen noch zu 96% bzw. 80%. Erfolgte das Umsetzen der repleten Nymphen erst nach 167 Tagen, so häuteten sich in 8-10 Tagen bei 95% rel. Luftfeuchte 24% vollständig, 8% unvollständig, bei 80% rel. Luftfeuchte noch 54% vollständig und 14% unvollständig.

3. Adulte

Das Geschlechtsverhältnis von ♂♂ : ♀♀ war 1:2,006 (n = 2143) beim zweiwirtigen Lebenszyklus und beim dreiwirtigen 1:2,000 (n = 912). Die Metamorphose zu Adulten vollzog sich stets bei Hyalomma impressum als eine avertebrate Phase. Nymphen, die sich zu Männchen häuteten, hatten ein Gewicht von 15,35 mg (s = 4,36; n = 130), während diejenigen mit weiblicher Geschlechtsanlage durchschnittlich 21,14 mg (s = 4,55; n = 150) schwer waren. Daran ist eine Beeinflussung des Repletionsgewichtes durch die Geschlechtsanlage der Zecken erkennbar. Auch die Dauer der Häutung zu Adulten ist von der Geschlechtsanlage abhängig. Dies ist am Beispiel der Häutung von 635 gesogenen Nymphen bei 35°C (Abb. 7) dargestellt, wobei Weibchen sich wesentlich schneller häuteten als Männchen. Die Häutungsdauer war jedoch nicht abhängig vom Gewicht der gesogenen Nymphen.

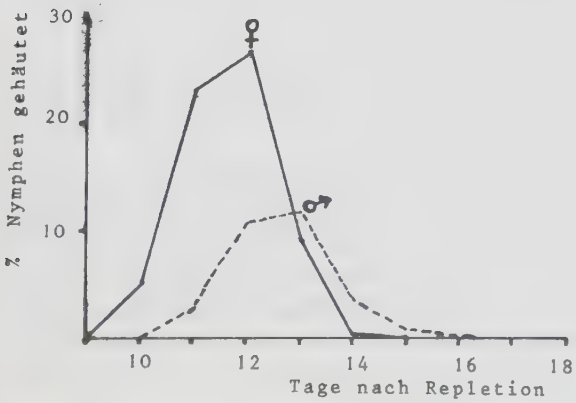

Abb. 7: Einfluß der Geschlechtsanlage auf die Häutungsdauer von Hyalomma impressum Nymphen

Ungesogene Männchen bzw. Weibchen hatten im Alter von 21-42 Tagen durchschnittlich ein Gewicht von 7,24 mg (s = 0,97; n = 100) bzw. von 9,03 mg (s = 1,01; n = 100). Die Männchen waren durchschnittlich 4,54 mm (s = 0,32; n = 100) lang und 2,57 mm (s = 0,16; n = 100) breit; die Maße der Weibchen betrugen 4,87 mm (s = 0,32; n = 100)x 2,89 mm (s = 0,24; n = 100).

Auf die Häutung zu Adulten folgte eine Ruhephase (Adultenruhe), in der das für die Parasiten notwendige Erhärten von Körper, Mundwerkzeugen und Beinen sowie die allmähliche Pigmentierung stattfanden. So wurden bei den meisten Adulten bei 35° und 28°C nach 24 Stunden die ursprünglich farblosen bis hellgelben Beine dunkelbraun verfärbt und weiß gebändert; bei 18°C trat diese Verfärbung erst nach 3 Tagen ein. Der Stoffwechselaktivität entsprechend wurden bei 35°C bereits wenige Stunden nach der Häutung, bei 28 und 18°C jedoch etwa 24 Stunden später, zunächst weiße feinkörnige Exkremente ausgeschieden. Ao dem 2., 4. bzw. 12. Tag waren auch schwarze Exkremente (Kot) zu beobachten.

Die Adultenruhe wurde als beendet angesehen, sobald die Zecken die Bereitschaft zum Anbeißen am Wirt zeigten. Zur Ermittlung der Dauer dieser Phase brachte ich nach der Häutung Weibchen und Männchen gleichen Alters sowie aus gleicher Umwelt in Plastikbehältern auf den Rücken von Rind und Schaf auf. Adulte, die bei 35°, 28° und 18°C gehalten waren, bissen am Wirt 2-9, 8-17 bzw. 13-38 Tage nach ihrer Häutung an.

Ungesogene Hyalomma impressum Männchen und Weibchen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Überlebensfähigkeit nicht wesentlich. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Männchen und Weibchen.
Bei 95% rel. Luftfeuchte sowie Temperaturen von 35, 28, 18 und 14°C starben die Adulten frühestens nach 35, 138, 61 bzw. 81 Tagen. Sie überlebten jeweils in derselben Umwelt länger als 285 Tage. Bei 35°C betrug die mittlere Überlebensdauer 209 Tage.
Die rel. Luftfeuchte von 80% führte bei 35, 18 und 14°C zu einer Beschränkung der Überlebensdauer auf durchschnittlich 157, 248 bzw. 277 Tage.

Bei 35% rel. Luftfeuchte betrug die mittlere Überlebensdauer der Imagines bei 35, 28 und 18°C 51, 118 bzw. 105 Tage; nach 86, 173 bzw. 192 Tagen waren alle Zecken abgestorben. Ähnlich wie bei den unreifen Zeckenstadien konnte ich bei 35% rel. Luftfeuchte auch bei den Adulten ausgeprägte Anzeichen von Exsikkose beobachten.

Saugdauer, Abfallgewichte und Abfallrate der Weibchen wurden an Rind und Schaf untersucht. Die Weibchen bissen auch in Abwesenheit der Männchen am Wirtstier an, saugten sich jedoch nicht voll. Erst nach Anwesenheit von Männchen konnten sie sich vollsaugen; sie fielen dann auch wesentlich früher vom Wirt ab. Die Männchen blieben festgesogen und überlebten auf einem Rind bis zu 108 Tagen post infestationem; während dieser Zeit begatteten sie 6 Gruppen von Weibchen.

Auf dem Rind benötigten die Weibchen 5-17 Tage zum Vollsaugen und erreichten dabei ein mittleres Abfallgewicht von 610,7 mg (s = 120,3; n = 100); sie hatten damit ihr Gewicht um das 67,7fache vergrößert. Die Abfallrate betrug 60,3%. Beim Schaf saugten die Weibchen 5-21 Tage lang Blut. Die gesogenen Weibchen wogen am Abfalltag durchschnittlich 566,2 mg (s = 135,6; n = 100). Ihr ursprüngliches Gewicht hatten sie damit um den Faktor 62,7 erhöht. 82,8% der angesetzten Weibchen fielen nach der Blutmahlzeit ab, während die Männchen länger als 123 Tage auf dem Schaf blieben.

Nach dem Abfallen der vollgesogenen Weibchen folgte die Phase der Präoviposition. Die Weibchen bewegten sich kaum, schieden aber in den ersten 3 Tagen ein gelblich-weißes Exkret aus. Die Dauer der Präovipositionsperiode ist nicht nur von mikroklimatischen Bedingungen, sondern auch von endogenen Vorgängen abhängig. Angaben über die Dauer bei 35, 28 und 18°C sind in Tabellen 3-6 zusammengestellt. Interessant ist die Tatsache, daß ich bei 35 und 28°C anfangs eine Präovipositionszeitspanne von nur 4-10 Tagen beobachtete, später jedoch dauerte bei denselben Umweltbedingungen diese Phase bis zum 19. Tag nach dem Abfallen vom Wirtstier. Bei weiterer Zucht und Verwendung der Nachkommen dieses Zeckenmaterials konnte ich auch unter denselben mikroklimatischen Bedingungen eine Präovipositionszeit von weniger als 29 Tagen nicht mehr beobachten. Hier handelte es sich also nicht mehr um eine reine Präoviposition, sondern um eine Diapause. Bei 18°C sowie 95 und 80% rel. Luftfeuchte habe ich niemals eine Präovipositionszeit von weniger als 40 Tagen beobachtet; dabei legten nur 18 von 59 Weibchen noch Eier ab. Bei 18°C und 35% rel. Luftfeuchte sowie bei 14°C erfolgte überhaupt keine Oviposition.

Bei der Oviposition fiel es auf, daß die Zahl der gelegten Eier sowie das Gewicht der Gelege vom Repletionsgewicht des Weibchens abhängig waren. Das Ei wog durchschnittlich 0,047 mg (n = 115264); ihre Abmessungen waren 0,44 mm (s = 0,02; n = 100) x 0,38 mm (s = 0,02; n = 100). Das Gewicht und die Größe des einzelnen Eies standen in keinem Zusammenhang mit dem Repletionsgewicht des Weibchens.

Bei 35°C und 95% rel. Luftfeuchte nahm die Oviposition (Tab. 3) 9-29 Tage in Anspruch (Abb. 8). Die Legeleistung stieg während dieser Zeit bis zum 2. Tage und fiel ab dem 3.-5. Tag vorerst unregelmäßig, nach dem 5. Tag jedoch kontinuierlich ab. Die mittlere Eizahl pro Tag war 294. Die höchste Legeleistung pro Tag betrug 1088 Eier. Einige Weibchen unterbrachen ihre Legetätigkeit in unregelmäßigen Abständen für 1-2 Tage ganz oder legten weniger als 60 Eier pro Tag. Die Oviposition wurde bei 35°C und 80% rel. Luftfeuchte sowie bei 35°C und 35% rel. Luftfeuchte innerhalb von 11-20 Tagen bzw. 7-13 Tagen beendet.

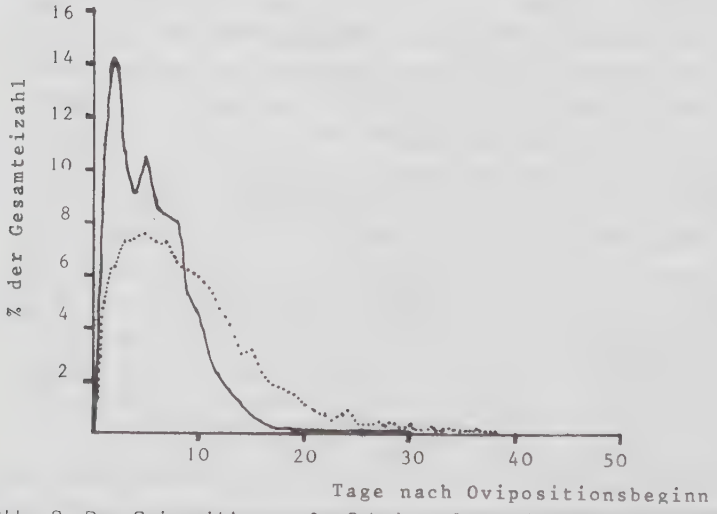

Abb. 8: Der Ovipositionsverlauf bei Hyalomma impressum bei 95% rel. Luftfeuchte und 35 (——) sowie 28°C (....) (Mittelwerte von 7 bzw. 6 Weibchen)

Temperatur		35°C					
rel. Luftfeuchte		95%		80%		35%	
Larvenruhe		2-3 Tage					
Über-	Min.	1		1		1	
lebens-	Mw.	30,8		21,7		1,4	
dauer	Max.	44		28		3	
Saugdauer		4-12 Tage am Kaninchen					
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl
Häutung	Min.	3	4	3	4	3	3
d. Larven	Max.	8	7	8	7	8	6
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl
Nymphenruhe		0-3	1	0-3	1	0-3	1
Über-	Min.	30		1		2	
lebens-	Mw.	49,7		26,6		8,4	
dauer	Max.	78		44		14	
Saugdauer der Nymphen		2-w-Zyklus: vom 7.-28. Tag nach Infestation mit Larven (an Kaninchen) 3-w-Zyklus: 6-12 Tage nach Infestation mit Nymphen					
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl
Häutung	Min.	10	11	10	10	10	11
d. Nymphen	Max.	14	16	17	15	13	14
Adultenruhe		2-9 Tage					
Über-	Min.	38		38		20	
lebens-							
dauer	Max.	über 300		244		86	
Saug-	Min.	5					
dauer	Mw(s)	8,7 (2,1) am Rind					
♀♀	Max.	17					
Präovi-position		5-10		5-10		7-10	
Diapause		44-89		37-135		29-96	
Ovi-	Min.	9		11		7	
posi-	Mw(s)	16,1 (6,24)		14,7 (2,94)		10,7 (2,27)	
tion	Max.	29		20		15	
Embryonal-entwicklung		15 24		14 21		kein Schlupf	
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl
Zyklus-	Min.	61	64	62	64	unvollständiger Zyklus	
dauer	Max.	>645	>641	> 564	> 556		

Tab. 3: Der Lebenszyklus von Hyalomma impressum bei 35°C und 95, 80 sowie 35% rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

Die Oviposition dauerte bei 28°C und 95% rel. Luftfeuchte (Tab. 4) 20-38 Tage. Der Verlauf ließ einen Anstieg der Legeleistung bis zum 5. Tag erkennen (Abb. 8). Auch danach fiel die Legeleistung kontinuierlich ab. Die mittlere Eizahl pro Tag war 323, die höchste Tagesleistung waren 958 Eier. Bei den rel. Luftfeuchten von 80% und 35% nahm die Oviposition 12-32 Tage bzw. 12-19 Tage in Anspruch.

Bei 18°C und 95% rel. Luftfeuchte konnte ich die Oviposition bei 6 von 28 Weibchen beobachten. Bei einem einzigen Weibchen ermittelte ich eine Ovipositionsdauer von 29 Tagen. Bei 18°C und 80% rel. Luftfeuchte legten 12 der 31 Weibchen Eier. Bei 2 Weibchen verfolgte ich den Ovipositionsverlauf 47 bzw. 64 Tage lang. Bei 18°C und 35% rel. Luftfeuchte überlebten die vollgesogenen Weibchen länger als 6 Monate, legten jedoch keine Eier ab. Dieselbe Beobachtung machte ich bei der Haltung der Weibchen bei 14°C.

Jeweils 5 Weibchen wurden nach einer Verweildauer von 102 Tagen bei 14°C und 95 (Gruppe 1) bzw. 80% rel. Luftfeuchte (Gruppe 2) in die Mikroklimaten von 35°C und 95 bzw. 80% rel. Luftfeuchte umgesetzt. Die Weibchen der Gruppe 1 fingen 5 Tage nach der Überführung in 35°C und 95% rel. Luftfeuchte an, Eier zu legen, aus welchen 15-22 Tage später Larven schlüpften. Bei den 5 Weibchen der Gruppe 2 begann die Oviposition nur bei 3 Weibchen 6-9 Tage nach dem Umsetzen in 35°C und 80% rel. Luftfeuchte. 28 Tage nach der Überführung starb eine Zecke, die andere legte auch nach 58 Tagen noch keine Eier ab.

Die Embryonalentwicklung bei 35°C und 95% rel. Luftfeuchte (Tab. 3) dauerte durchschnittlich 17,7 (15-24) Tage. Von 22 Gelegen schlüpften aus 15 Gelegen Larven. Die mittlere Schlupfrate betrug 41,7% (15-81,3%). Bei 35°C und 80% rel. Luftfeuchte war die Embryonalentwicklung durchschnittlich nach 17,4 (14-21) Tagen abgeschlossen. Nur aus 8 von 20 Gelegen erfolgte ein Schlupf mit einer Schlupfrate von 21,8% (1,2-56%). Bei 35°C und 35% rel. Luftfeuchte vertrockneten die Eier nach einer anfänglichen Entwicklung noch vor dem Schlupf.

Temperatur		28°C					
rel. Luftfeuchte		95%		80%		35%	
Larvenruhe		2-3 Tage					
Über-	Min.	1		1		1	
lebens-	Mw.	50,4		32,9		2,8	
dauer	Max.	70		48		4	
Saugdauer		4-12 Tage am Kaninchen					
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.
Häutung	Min.	3	5	3	4	3	5
d. Larven	Max.	8	11	8	11	8	7
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.
Nymphenruhe		0-3	1	0-3	1	0-3	1
Über-	Min.	27		16		1	
lebens-	Mw.	60,2		31,5		9,8	
dauer	Max.	84		57		16	
Saugdauer der Nymphen		2-w-Zyklus: vom 7.-28. Tag nach Infestation mit Larven (an Kaninchen) 3-w-Zyklus: 6-12 Tage nach Infestation mit Nymphen					
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.
Häutung	Min.	14	15	14	15	14	15
d. Nymphen	Max.	23	23	18	27	19	22
Adultenruhe		8-17 Tage					
Über-	Min.	82		65		32	
lebens							
dauer	Max.	über 300		über 300		190	
Saug-	Min.	5					
dauer	Mw(s)	8,7(2,1) am Rind					
♀♀	Max.	17					
Präovi-position		4-8		5-8		6-9	
Diapause		30-134		92-149		47-122	
Ovi-	Min.	20		12		12	
posi-	Mw(s)	25,1 (5,35)		23,3 (5,43)		14,9 (2,42)	
tion	Max.	38		32		19	
Embryonal-	Min.	21		21		21	
entwicklung	Max.	36		33		31	
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.
Zyklus-	Min.	87	91	80	83	81	85
dauer	Max.	>760	>758	>712	>719	>476	>473

Tab. 4: Der Lebenszyklus von Hyalomma impressum bei 28°C und 95, 80 sowie 35% rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

In einem Mikroklima von 28°C und 95% rel. Luftfeuchte betrug die Entwicklungsdauer durchschnittlich 26,8 (21-36) Tage (Tab. 4). 35 von 40 Gelegen kamen mit einer durchschnittlichen Schlupfrate von 65,2% (27-84,1%) zum Schlupf. Bei 80% rel. Luftfeuchte nahm die Embryogenese durchschnittlich 25,4 (21-33) Tage in Anspruch. Aus 20 von 28 Gelegen schlüpften Larven bei einer mittleren Schlupfrate von 52,5% (5,5-82%). Selbst bei 35% rel. Luftfeuchte schlüpften nach einer mittleren Entwicklungsdauer von 25,1 (21-31) Tagen von 20 Gelegen 11. Die durchschnittliche Schlupfrate lag bei 25,3% (4,4-55%).

In einer Umwelt von 18°C (Tab. 5) und 95% rel. Luftfeuchte dauerte die Embryogenese mindestens 90 Tage. Bei 80% rel. Luftfeuchte beobachtete ich den Schlupf aus 2 von 12 Gelegen jeweils nach 112 bzw. 128 Tagen.

Der Schlupfverlauf wurde bei 35°C sowie 28°C und den drei genannten rel. Luftfeuchten an den Tagesgelegen beobachtet. Er dauerte 1-7 Tage.

Über die Reproduktionskapazität bei 35°C und 28°C sowie bei rel. Luftfeuchten von 95, 80 und 35% gibt die Tabelle 7 Auskunft.

Aus 1000 Eiern entstanden bei 35°C und 95% rel. Luftfeuchte 57 Gelege mit insgesamt 202941 Eiern. Dies bedeutet eine Vermehrung um den Faktor 202,9 in einer Generation. Bei 28°C und 95% rel. Luftfeuchte erfolgte eine Vermehrung um das 748,7fache.

In einer Umwelt von 80% rel. Luftfeuchte sank die Reproduktionskapazität jeweils ab, so daß die Zecken bei 35°C sich nur noch um den Faktor 79,3, bei 28°C jedoch um den Faktor 338,3 vermehrten. Bei einer rel. Luftfeuchte von 35% und bei 35°C erfolgte keine Reproduktion, während bei 28°C sich die Parasiten noch um den Faktor 98,2 vermehren konnten.

Übersichten über die minimale sowie durchschnittliche und maximale Dauer der einzelnen Entwicklungsphasen von Hyalomma impressum sind in Tabellen 3, 4, 5 und 6 gegeben.

Temperatur		18 °C				
rel. Luftfeuchte		95%		80%		35%
Larvenruhe		2-3 Tage				
Über-	Min.	2		2		2
lebens-	Mw.	65,8		48,3		8,4
dauer	Max.	112		84		14
Saugdauer		4-12 Tage am Kaninchen				
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	
Häutung	Min.	3	20	3	24	keine Häutung
d. Larven	Max.	8	36	8	43	
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	
Nymphenruhe		0-3	1	0-3	1	keine Häutung
Über-	Min.	10		2		1
lebens-	Mw.	87,5		46,9		20,3
dauer	Max.	95		75		44
Saugdauer der Nymphen		2-w-Zyklus: vom 7.-28. Tag nach Infestation mit Larven (an Kaninchen) 3-w-Zyklus: 6-12 Tage nach Infestation mit Nymphen				
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl. / 3-w-Zykl.
Häutung	Min.	61	66	68	76	keine Häutung
d. Nymphen	Max.	91	98	91	105	
Adulten-	Min.	13		13		entfällt, da
ruhe	Max.	38		38		keine Häutung
Überlebens-	Min.	61		13		45
dauer d.						
Adulten	Max.	über 300		über 300		171
Saug-	Min.	5				
dauer	Mw(s)	8,7 (2,1) am Rind				
♀♀	Max.	17				
Präovi-position		101-188		40-250		
Diapause						keine Oviposition (nach 6 Monaten Beobachtungszeit)
Ovi-position		29 (bei 1 Weibchen)		47 und 64 (bei 2 Weibchen)		
Embryonal-entwicklung		mindestens 90 (bei 1 Gelege)		112 und 128 (bei 2 Gelegen)		entfällt, da keine Oviposition
		2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl.	3-w-Zykl.	2-w-Zykl. / 3-w-Zykl.
Zyklus-	Min.	314	337	300	330	unvollständiger Zyklus
dauer	Max.	> 1001	> 1031	> 1088	> 1132	

Tab. 5: Der Lebenszyklus von Hyalomma impressum bei 18 °C und 95, 80 sowie 35% rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

Temperatur		14°C			
rel. Luftfeuchte		95%		80%	
Larvenruhe		entfällt, da kein Schlupf			
Über-lebens-dauer	Min.	2		2	
	Mw.	160,3		26,6	
	Max.	214		154	
Saugdauer		4-12 Tage am Kaninchen			
Häutung d. Larven	Min.	2-w-Zyklus		3-w-Zyklus	
	Max.	keine Häutung		keine Häutung	
		2-w-Zyklus	3-w-Zyklus	2-w-Zyklus	3-w-Zyklus
Nymphenruhe		entfällt, da keine Häutung der Larven			
Überlebens-dauer der Nymphen	Min.	2		2	
	Mw.	97,3		41,3	
	Max.	140		112	
Saugdauer der Nymphen		2-w-Zyklus: vom 7.-28. Tag nach Infestation mit Larven (an Kaninchen) 3-w-Zyklus: 6-12 Tage nach Infestation mit Nympher			
Häutung der Nymphen		Keine Häutung			
Adultenruhe		entfällt, da keine Häutung der Nymphen			
Überlebens-dauer der Adulten	Min.	27		81	
	Max.	> 300		> 300	
Saug-dauer ♀♀	Min.	5			
	Mw(s)	8,7 (2,1) am Rind			
	Max.	17			
Präovi-position	Min.				
	Max.				
Diapause		keine			
Ovi-posi-tion	Min.	Oviposition			
	Mw.				
	Max.				
Embryonal-entwicklung	Min.	keine Embryonalentwicklung			
	Mw.				
	Max.				
Zyklus-dauer	Min.	unvollständiger Zyklus			
	Max.				

Tab. 6: Der Lebenszyklus von Hyalomma impressum bei 14°C und 95 sowie 80% rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

Temperatur	rel. Luftfeuchte	Eier	Larven geschlüpft	Larven abgefallen	Larven zu Nymphen gehäutet	Nymphen abgefallen	Nymphen zu Adulten gehäutet	Weibchen	Gelege	Gelege mit Schlupf	produzierte Eier	Reproduktionsfaktor
35°C	95%	1000	417	205	182	104	95	63	57	39	202941	202,9
	80%	1000	216	106	94	54	51	34	31	12	79261	79,3
	35%	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28°C	95%	1000	652	320	301	172	163	109	98	86	748704	748,7
	80%	1000	525	258	242	138	115	77	69	49	338296	338,3
	35%	1000	253	124	117	67	59	39	35	20	98183	98,2

Tab.7: Die Reproduktionskapazität von Hyalomma impressum bei 35 und 28°C sowie 95, 80 und 35% rel. Luftfeuchte

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Hyalomma impressum kommt nach THEILER (zit. ELBL und ANASTOS, 1966) in der Sudansavannenzone Westafrikas in Niederschlagsbereichen von 500 bis 1250 mm vor. Die mittlere Jahrestemperatur in diesem Verbreitungsgebiet schwankt zwischen 18 und 30°C (KNOCH, 1956). Meine Versuche zur Aufklärung der Biologie von Hyalomma impressum führte ich unter mikroklimatischen Bedingungen von 14°, 18°, 28° und 35°C sowie jeweils bei 35% (ausgenommen bei 14°C), 80% und 95% relativer Luftfeuchte durch, um die Grenzen der ökologischen Reaktionsbreite dieser Spezies zu finden.

Bei meinen Versuchen zur Überlebensfähigkeit nüchterner Larven, Nymphen und Adulten zeigte sich vor allem bei Larven und Nymphen eine wesentlich größere Toleranz gegenüber sinkenden Temperaturen als gegenüber abnehmenden relativen Luftfeuchten. Alle Larven starben bei einer relativen Luftfeuchte von 35% sowie bei 35°C und 28°C nach 3 bzw. 4 Tagen ab. Sank die Temperatur jedoch auf 18°C, so überlebten sie bis zum 14. Tag. War die Temperatur bis 14°C gesunken, die relative Luftfeuchte jedoch auf 95% erhöht, überlebten die Larven bis zu 214 Tagen (optimale Bedingungen). Ähnliche Beobachtungen machte ich bei den Nymphen. Interessant ist dabei, daß frisch geschlüpfte Larven nach dem Umsetzen in niedrige Temperaturen zunächst sehr empfindlich sind (hohe Absterbensrate). Die überlebenden Zekken passen sich jedoch dann diesem Klima besonders gut an.

Die Saugdauer sowie die Abfallgewichte der Larven auf NMRI-Mäusen und Kaninchen waren annähernd gleich. Dagegen waren die vom Kalb abgefallenen repleten Larven fast 1 1/2mal schwerer als die an Kaninchen oder Mäusen gefütterten. Dieser Unterschied erscheint mir wesentlich; denn er unterstreicht die dreiwirtige Verhaltensweise von Hyalomma impressum und die enge Beziehung zwischen dieser Zeckenart und dem Rind. Das Rind gilt als der hauptsächliche Wirt für diese Zeckenart (HOOGSTRAAL, 1956; ELBL und ANASTOS, 1966). Die meisten Autoren jedoch meinen, daß das Rind als Wirt nur für die Hyalomma impressum-Adulten fungiere. Aus meinen Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß das Rind in jedem Falle besser geeignet ist für die Fütterung von Larven als kleine Säuger (Kaninchen, Mäuse).

Es ist daher anzunehmen, daß diese Tierart unter natürlichen Bedingungen auch von den Larven bevorzugt befallen werden kann. Dies dürfte jedoch unter Feldbedingungen von der Anzahl der vorhandenen Rinder abhängig sein.

Hyalomma impressum zeigt jedoch nicht ausschließlich ein dreiwirtiges Verhalten, wie auf Mäusen und Rindern als Wirtstieren von mir beobachtet wurde, sondern verhält sich dreiwirtig und zweiwirtig, wenn Larven am Kaninchen angesetzt werden. So zeigten 25,3% (11,4-41,9%) ein dreiwirtiges Verhalten; sie fallen also als vollgesogene Larven vom Kaninchen ab. Etwa 29% häuten sich auf dem Kaninchen zu Nymphen und verlassen diesen Wirt ohne Blutaufnahme (Übergangsform). Der Rest saugt als Nymphen auf dem Kaninchen Blut und fällt dann ab (zweiwirtige Formen). Die Übergangsformen unterscheiden sich nach erneutem Ansatz hinsichtlich Saugdauer und Abfallgewichte nicht wesentlich von den Nymphen aus dreiwirtigem Zyklus. Ähnliche Beobachtungen wurden bereits von DAS und SUBRAMANIAN (1972) bei Hyalomma marginatum isaaci, von PEIRCE, IRVIN und PURNELL (1973) bei Hyalomma albiparmatum und von SNOW (1969) bei Hyalomma a. anatolicum gemacht.

Saugverhalten, Saugdauer sowie die Abfallrate der Nymphen wurden an Kaninchen und Schaf untersucht. Die zweiwirtigen Zecken erreichten durchschnittlich kleinere Abfallgewichte als die dreiwirtigen; dies kann mit der Immunabwehr des Wirtes zusammenhängen, da sie erst 13-28 Tage post infestationem vom Kaninchen abfielen (6-12 Tage bei den dreiwirtigen).
Ich beobachtete bei der Fütterung von H. impressum an Kaninchen, ähnlich wie DAS und SUBRAMANIAN (1972) mit Larven von Hyalomma marginatum isaaci, daß entzündliche Hautreaktionen besonders ausgeprägt waren, wenn sich die gesogenen Larven auf dem Wirt häuteten.
Sämtliche Nymphen, die am Schaf gesogen hatten, häuteten sich nicht, sondern fielen vom Wirt ab. Die Nymphen saugten jedoch wesentlich schlechter beim Schaf als beim Kaninchen. Da sie nicht vollgesogen waren, hatten sie auch eine niedrigere Häutungsrate. Die in Tabelle 2 angegebenen Häutungsraten der Nymphen (mit dreiwirtigem Zyklus) sind speziell im Mikroklima von 28 °C und 80% rel. Luftfeuchte verhältnismäßig niedrig, da die Nymphen zum Teil am Schaf gefüttert worden waren. Daraus kann abgeleitet werden, daß Kaninchen geeignetere Wirtstiere für die Nymphen dieser Zeckenart sind als Schafe.

Hyalomma impressum-Adulte saugten besser am Rind als am Schaf; sie vergrößerten ihr Gewicht durchschnittlich um den Faktor 67,7 bzw. 62,7. Es wurde beobachtet, daß die Weibchen zwar anbeißen können, sich jedoch erst bei Anwesenheit von Männchen vollsaugen. Diese Beobachtung bestätigte die Ergebnisse von FELDMAN-MUHSAM und BORUT (1971) an Hyalomma excavatum und Rhipicephalus sanguineus.

Für die Häutung hatte bei 28-35°C die Temperatur einen größeren Einfluß als die relative Luftfeuchte. Sank die Temperatur jedoch bis auf 18°C ab, so häuteten sich die Zecken stets schneller und besser, je höher die relative Luftfeuchte war. Bei 18°C und einer rel. Luftfeuchte von 35% fand überhaupt keine Häutung mehr statt. Vergleichbare Ergebnisse wurden ebenfalls bei der Häutung der Nymphen zu Adulten beobachtet. Hier zeigte sich, daß das Repletionsgewicht von der Geschlechtsanlage beeinflußt wird. Männlich determinierte Nymphen hatten ein mittleres Abfallgewicht von 15,35 ±4,36 mg, während diejenigen mit weiblichen Geschlechtsanlagen 21,14 ±4,55 mg wogen. KNIGHT, NORVAL und RECHAV (1978) machten ähnliche Feststellungen bei Hyalomma marginatum rufipes. Nymphen mit männlicher Geschlechtsanlage wogen 23,1 ±0,748 mg, diejenigen mit weiblicher 26,8 ±1,19 mg.

Als Präovipositionszeit ermittelte ich bei 35°C 5-10, bei 28°C 4-9 Tage. Für Hyalomma marginatum rufipes berichten KNIGHT, NORVAL und RECHAV (1978) 7,1 ±0,23 Tage. Nach Angaben von DAS und SUBRAMANIAN (1972) benötigte die Zecke Hyalomma marginatum isaaci bei Zimmertemperaturen zwischen 26,3 und 35°C und 100% rel. Luftfeuchte 8-10 Tage. PEIRCE, IRVIN und FURNELL (1973) berichteten, daß bei ihrem ersten Versuch mit Hyalomma albiparmatum 20-40% der Weibchen 6-15 Tage Präovipositionszeit aufwiesen, während die übrigen auch nach 8 Wochen noch keine Eier ablegten. In späteren Versuchen benötigten bis zu 50% der Weibchen 6-15 Tage, während die übrigen 41-148 Tage brauchten. Auch ich beobachtete bei meinen weiteren Untersuchungen, daß sich der Beginn der Eiablage über 29 Tage hinaus verzögerte. So dauerte es bei 35°C (Tab. 3) bis 135 Tage, bei 28° und 18°C (Tab. 4 und 5) bis 149 bzw. 250 Tage, bis die Eier abgelegt wurden. Es handelte sich also nicht mehr um eine reine Präoviposition, sondern um eine Diapause.

Die Oviposition wurde sowohl von der Temperatur als auch durch die relative Luftfeuchte beeinflußt. So erfolgte eine Eiablage noch bei 18°C sowie 95% und 80% rel. Luftfeuchte, während sie bei 35% rel. Luftfeuchte auch nach 6 Monaten noch nicht zu beobachten war. Bei 28°C dauerte die Oviposition durchschnittlich 25,1 Tage (bei 95% r.L.) und 14,9 Tage bei 35% rel. Luftfeuchte. Der von mir beobachtete Ovipositionsverlauf bei 35°C und 95% rel. Luftfeuchte erreichte ein Maximum am 2. Tag und fiel dann ab. Auch KNIGHT, NORVAL und RECHAV (1978) beschrieben für Hyalomma marginatum rufipes einen Anstieg der Legeleistung bis zum 3. Tag, nach 19 Tagen hatten die Weibchen alle Eier abgelegt.

Die Dauer der Embryonalentwicklung war von Temperatur und rel. Luftfeuchte abhängig. Eine niedere rel. Luftfeuchte verringerte die Schlupfrate; so schlüpften z.B. bei 28°C 65,2% der Larven bei 95% rel. Luftfeuchte und 25,3% bei 35% rel. Luftfeuchte. Sind Temperatur und rel. Luftfeuchte hoch (35°C und 95% r.L.), verpilzen die Gelege leicht und die Schlupfrate wird dadurch geringer.

Die kürzeste Gesamtzyklusdauer beobachtete ich bei 35°C und 95% rel. Luftfeuchte. Sie betrug 61 Tage.

Die Zucht von Hyalomma impressum im Labor war am effektivsten bei 28°C und 95% rel. Luftfeuchte; die Reproduktionskapazität erreichte einen Wert von 1:749. Die Vorratshaltung aller nüchternen Stadien von Hyalomma impressum sollte bei 18°C und 95% rel. Luftfeuchte erfolgen. Werden gesogene ungehäutete Zecken bei 14°C und 95% rel. Luftfeuchte aufbewahrt, überleben Larven 2, Nymphen 3 1/2 Monate. Sobald die Temperatur auf 35°C erhöht wird, häuten sich Larven nach 4-7, Nymphen nach 7-10 Tagen. Hierbei ist ein Verlust von höchstens 7% zu erwarten.

Eine Verschleppung von Zecken in gemäßigte Zonen ist dann möglich, wenn (nach HOFFMANN, 1974) eine ausreichende Anzahl von geeigneten Wirten für alle Zeckenstadien zur Verfügung steht. Weiterhin müssen die Zecken bei Temperaturen unter 15°C noch mobil sowie zu Winter- und unter ungünstigen Verhältnissen auch zu Sommer-Diapausen fähig sein. Hyalomma impressum zeigte unter Laborbedingungen die Fähigkeit, eine Diapause in Temperaturbereichen von 18°C bis 35°C einzulegen. Sie wies bei 14°C auch Mobilität auf. Trotzdem erscheint es mir unwahrscheinlich, daß diese Zeckenart sich in gemäßigten Zonen auf Dauer festsetzen und ausbreiten kann.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Der Lebenszyklus und die Reproduktionskapazität von Hyalomma impressum wurden bei Temperaturen von 35, 28, 18 und 14°C kombiniert mit relativen Luftfeuchten von 95, 80 und 35% (ausgenommen 14°C) untersucht. Als Wirtstiere wurden Rinder, Schafe, Kaninchen und NMRI-Mäuse verwendet.

H. impressum kann sich entweder zwei- oder dreiwirtig verhalten. Der kürzeste Lebenszyklus wurde bei 35°C und 95% rel. Luftfeuchte beobachtet, und zwar dauerte er bei zweiwirtigem Verhalten 61, bei dreiwirtigem 64 Tage. Larven saugten viel besser auf dem Rind als auf Kaninchen oder NMRI-Mäusen, während für die Nymphen Kaninchen geeigneter waren als Schafe. Adulte saugten sich in 8,7 ±2,1 Tagen besser auf Rindern voll als in 10,4 ±3,4 Tagen auf Schafen. Bei einer Gesamtzahl von 3055 Adulten betrug das Geschlechtsverhältnis 1 ♂ : 2♀.

Die Reproduktionskapazität von H. impressum war stark temperatur- und feuchtigkeitsabhängig.

Eiablage, Embryonalentwicklung und Schlupf wurden bei rel. Luftfeuchten von 80 und 95% in einem Temperaturbereich von 18-35°C beobachtet. Eine rel. Luftfeuchte von 35% verhinderte bei 35°C den Schlupf, begrenzte die Schlupfrate bei 28°C auf 25,3% und ließ bei 18°C für mehr als 6 Monate keine Eiablage zu. Bei 14°C fand keine Oviposition statt. Ein beachtlicher Teil der H. impressum Weibchen legte zwischen 18 und 35°C sowie 80 und 95% rel. Luftfeuchte eine Ruhephase (Diapause) ein.

Das Mikroklima von 28°C und 95% rel. Luftfeuchte erwies sich am geeignetsten für die Reproduktion von H. impressum. Unter diesen Bedingungen konnte innerhalb einer Generation eine Vermehrung um das 749fache erreicht werden bei einer minimalen Zyklusdauer von 87 und 91 Tagen für zwei- bzw. dreiwirtige Zecken.

Summary

Investigations on the Biology of the ixodid tick Hyalomma impressum (Koch, 1844) under laboratory conditions

Studies on the life-cycle and reproduction capacity of Hyalomma impressum were conducted at temperatures of 35°, 28°, 18° as well as 14°C and at relative humidities of 95%, 80% and 35% (except by 14°C).
Cattle, sheep, rabbits and NMRI-mice served as hosts.
H. impressum behaves either as a two-host or a three-host tick. The minimum duration of its life-cycle was observed at conditions of 35°C and 95% relative humidity. Under these conditions H. impressum required 61 days as a two-host tick and 64 days while behaving as a three-host tick, for the completion of its life-cycle.
Larvae fed much better on calf as on the rabbit or NMRI mouse. The rabbit proved to be a better host than the sheep for nymphs. Adults fed better within 8,7 ±2,1 days on cattle than they did for 10,4 ±3,4 days on sheep. A ratio of 1 male : 2 females was observed in a population of 3055 Hyalomma impressum adults.

The reproduction capacity of this tick was very significantly influenced by conditions of temperature and humidity. Egg-laying, embryonic development and hatching were observed at relative humidities of 80% and 95% within the temperature range of 18°- 35°C. A relative humidity value of 35% rendered the hatching of eggs laid at 35°C impossible, only limited the average rate of hatching at 28°C to 25,3% but completely prevented the oviposition at 18°C for longer than 6 months. No egg-laying was observed at 14°C. Hyalomma impressum also exhibited an appreciable degree of diapause at temperatures between 18° and 35°C by relative humidity values of 80 - 95%.

Among the conditions investigated, the microclimate of 28°C and 95% relative humidity proved to be most suitable for the reproduction of Hyalomma impressum. Under these conditions, Hyalomma impressum multiplied by a factor of 749 within a generation and required a minimum duration of 87 and 91 days respectively for the completion of it's life-cycle as a two- or three-host tick.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

ARTHUR, D.R. (1973): The histopathology of skin following bites by Hyalomma rufipes (KOCH, 1844), and a theory on feeding by this tick. J. ent. Soc. sth. Afr. 36, 117-124

BOUCHALOVÁ, J., E. HONZÁKOVÁ, M. DANIEL (1977): Development and survival of the tick Hyalomma dromedarii Koch under laboratory conditions. Folia Parasit. 24, 55-62

BRUMPT, E., & A.-G. CHABAUD (1947): L'infestation par des Ixodinés provoque-t-elle une immunité chez l'hôte? I. Note preliminaire. Annls Parasit. hum. comp. 22, 348-56

DAS, H.L., G. SUBRAMANIAN (1971/72): The biology of Hyalomma (Hyalomma) marginatum isaaci (SHARIF, 1928) KAISER and HOOGSTRAAL, 1963 (Acarina: Ixodidae). Acarologia 13, 496-501

DAUBNEY, R., and M.S. SAID (1951): Egyptian fever of cattle. The transmission of Theileria annulata (DSCHUNKOWSKY & LUHZ, 1904) by Hyalomma excavatum Koch, 1844. Parasitology 41, 249-60

ELBL, A., G. ANASTOS (1966): Ixodid ticks (Ascarina, Ixodidae) of Central Africa, IV.
Musee Royal de l'Afrique Central, Tervuren

FELDMAN-MUHSAM, B. (1948): On larvae and nymphs of some species of Palestinian Hyalomma. Parasitology 39, 138-46

FELDMAN-MUHSAM, B., S. BORUT (1971): Copulation in ixodid ticks. J. Parasit. 57, 630-634

HAMEL, H.D., R. GOTHE (1974): Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung und Überlebenszeit von Rhipicephalus evertsi evertsi Neumann, 1897. Z. Parasitenk. 43, 209-219

HOFFMANN, G. (1974a): Adaption der Ixodoidea an ihre Umwelt. I. Entwicklung und Verbreitung der Zecken limitierende Faktoren. Z. angew. Zool. 61, 347-366

HOFFMANN, G. (1974b): Adaption der Ixodoidea an ihre Umwelt. II. Überwinterungsfähigkeit von Zecken und Verbreitungschancen subtropischer und tropischer Zecken in gemäßigten Klimaten. Z. angew. Zool. 61, 367-372

HOFFMANN, G., M. LINDAU (1971): Zecken an Nutz- und Wildtieren in Niger. Z. angew. Entomol. 69, 72-82

HOOGSTRAAL, H. (1956): African Ixodoidea. I. Ticks of the Sudan. U.S. Naval Medical Research Unit No. 3, Cairo

KLIMA, R. (1977): Untersuchungen über die Biologie von Amblyomma variegatum (Fabricius, 1794) unter Laborbedingungen. Vet. med. Diss., München

KNIGHT, M.M., R.A.I. NORVAL, Y. RECHAV (1978): The life cycle of the tick Hyalomma marginatum rufipes Koch (Acarina: Ixodidae) under laboratory conditions. J. Parasit. 64, 143-146

KNOCH, K. (1956): Klimakarten. In: Rodenwaldt, E., H.J. Jusatz: Weltseuchenatlas. Teil II. Falk-Verlag, Hamburg, 72-76

LONDT, J.G.H., A.M. SPICKETT (1972): Ecological studies of larval ticks in South Africa (Acarina: Ixodidae). Parasitology 65, 469-490

PEIRCE, A.A., A.D. IRVIN, R.E. PURNELL (1973): Observations on the behaviour of Hyalomma albiparmatum Schulze and Schlottke, 1930, under laboratory conditions. Bull. epizoot. Dis. Afr. 21, 29-31

SNOW, K.R. (1969): The life-history of Hyalomma anatolicum anatolicum Koch, 1844 (Ixodoidea, Ixodidae) under laboratory conditions. Parasitology 59, 105-122

WINSTON, P.W., D.H. BATES (1960): Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41, 232-237

YEOMAN, G.H. (1968): Field vector studies of epizootic East Coast Fever. VII. - The occurrence of Hyalomma rufipes and H. albiparmatum in the East Coast Fever zones. Bull. epizoot. Dis. Afr. 16, 327-339

YEOMAN, G.H., J.B. WALKER (1967): The ixodid ticks of Tanzania. Commonwealth Institute of Entomology, London.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. J. Boch danke ich recht herzlich für die Überlassung des Themas und die Ermöglichung der Durchführung dieser Arbeit unter besten Bedingungen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. C. Centurier für die wissenschaftliche Anleitung und für seine ausgezeichnete Hilfsbereitschaft.

Für die technische Mithilfe bedanke ich mich bei Fräulein Renate Schmid.

Lebenslauf

Am 6. August 1948 wurde ich als sechstes Kind von Benjamin Akunbo Ogedegbe und seiner Ehefrau Bridget Hannah geb. Morgan in Lagos, Nigeria geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule von 1954-1961, des Igbobi-College von 1962-1966 sowie des St. Gregory's College in Lagos von 1967-1968 bestand ich die Prüfungen für das "University of Cambridge Higher School Certificate" und das "University of London Advanced-Level General Certificate of Education" im Dezember 1968 bzw. Januar 1969.

Von August 1969 bis Dezember 1970 studierte ich Chemie an der University of Albuquerque in New Mexico, USA. Von März 1971 bis August desselben Jahres besuchte ich in München den Deutschkurs für Ausländer bei der Universität, begann im Wintersemester 1971 das Studium der Tiermedizin an der Universität München und bestand hier das tierärztliche Staatsexamen am 8.6.1977.

Ab November 1977 fertigte ich am Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der Universität München die vorliegende Doktorarbeit.